

## Всероссийская олимпиада школьников по физике

11 класс, федеральный окружной этап, 2004/05 год

**ЗАДАЧА 1.** Между линзой и зеркалом параллельно плоскости зеркала летит Муха-Цокотуха. Линза отстоит от зеркала на расстоянии  $L = 20$  см, а её главная оптическая ось перпендикулярна его плоскости. В момент, когда муха пересекает ось, скорости её изображений в линзе и в системе линза–зеркало одинаковы по модулю. Найдите фокусное расстояние  $F$  линзы и расстояние  $a$  от линзы до мухи.

$$(T:0) \ni v : T = d$$

**ЗАДАЧА 2.** Круглую резиновую лодку оттолкнули от берега озера со скоростью  $v_0$ , и она проплыла расстояние  $S_0$  до остановки. Такую же лодку оттолкнули от берега речки так, что её скорость в начале свободного плавания оказалась равной  $v_0$  и была направлена перпендикулярно течению. К моменту остановки относительно воды лодка проплыла путь  $S_1 = \alpha S_0$  в системе отсчёта, связанной с водой. С какой скоростью  $V$  относительно берега плыла лодка в тот момент, когда она достигла середины речки, ширина которой  $H = \alpha S_0$ ? Считайте, что  $\alpha = 5/4$ , сила сопротивления движению лодки в воде прямо пропорциональна скорости, а скорость течения реки всюду одинакова.

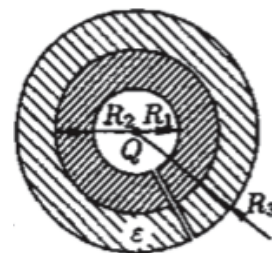
$$0a \frac{z\varepsilon}{1F^{\wedge}\varepsilon} = \frac{v}{v_0} + v - 1 \wedge 0a = A$$

**ЗАДАЧА 3.** В цилиндре под поршнем находятся газы  $X_2$  и  $Y_2$  и соединение  $X_2Y$ . В системе протекает химическая реакция  $2X_2 + Y_2 \leftrightarrow 2X_2Y$ . В равновесном состоянии (когда скорости химической реакции в прямом и обратном направлениях равны) при давлении  $p$  система занимала объём  $V$ , а количества веществ  $X_2$ ,  $Y_2$  и  $X_2Y$  были равны  $\nu_1$ ,  $\nu_2$  и  $\nu_3$  соответственно. Давление на систему изменили на малую величину  $\Delta p$ . Найдите изменения объёма системы  $\Delta V$  и количеств веществ  $\Delta\nu_1$ ,  $\Delta\nu_2$ ,  $\Delta\nu_3$  после установления нового равновесия. Температура всё время поддерживается постоянной.

*Примечание.* Известно, что скорость химической реакции пропорциональна произведению концентраций  $\nu_i/V$  реагирующих веществ. Соответственно, скорости прямой и обратной реакций пропорциональны  $(\frac{\nu_1}{V})^2 \frac{\nu_2}{V}$  и  $(\frac{\nu_3}{V})^2$ . Коэффициенты пропорциональности могут быть разными, но зависят только от температуры. Газы можно считать идеальными.

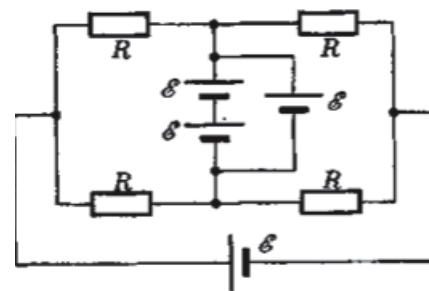
$$\frac{d}{dV} \left( \frac{\varepsilon_1 + \varepsilon_2 + \varepsilon_3}{V} - \frac{\varepsilon_1}{V} + \frac{\varepsilon_2}{V} + \frac{\varepsilon_3}{V} \right) \frac{d}{dV} = x \text{ энтл} \cdot \left( \frac{\varepsilon_1}{V} + \frac{\varepsilon_2}{V} + \frac{\varepsilon_3}{V} \right) \Delta x = \Delta V \cdot x_2 = \varepsilon_1 \Delta \cdot x = \varepsilon_2 \Delta \cdot x_2 = \varepsilon_3 \Delta$$

**ЗАДАЧА 4.** Маленький шарик с зарядом  $Q$  находится в центре закреплённого незаряженного проводящего полого шара с радиусами концентрических поверхностей  $R_1$  и  $R_2$  ( $R_1 < R_2$ ). Полый шар окружён снаружи концентрическим слоем диэлектрика с диэлектрической проницаемостью  $\varepsilon$  и радиусом наружной поверхности  $R_3$  (рис.). Какую минимальную работу нужно совершить, чтобы удалить шарик через узкий канал в слоях проводника и диэлектрика на расстояние от полого шара, значительно большее  $R_3$ ?



$$A = \frac{Q^2}{8\pi\varepsilon_0} \left( \frac{1}{R_3 - R_2} - \frac{1}{R_2} \right) \frac{1}{\varepsilon} = V$$

ЗАДАЧА 5. Экспериментатор Глюк собрал электрическую цепь (рис.), подключив по ошибке одну из батареек параллельно, а не последовательно двум другим. Найдите токи через резисторы в получившейся цепи. Каждый резистор имеет сопротивление  $R$ . Все батарейки одинаковы и имеют ЭДС  $\mathcal{E}$ . Внутренние сопротивления батареек малы по сравнению с  $R$ .



$$\frac{\mathcal{E}}{2R} = \mathcal{E}I = \frac{\mathcal{E}}{R} - \mathcal{E}I = \mathcal{E}I = \mathcal{E}I$$